

発光装置

本願では、2000年08月11日に出願された日本特許出願2000-244747の内容がそのまま含まれる。

5

技術分野

本発明は、EL（エレクトロルミネッセンス）を用いた発光装置に関する。

背景

10 例えば、光通信システムで用いられる光源としては、半導体レーザが用いられる。半導体レーザは、波長選択性に優れ、単一モードの光を出射できる点で好ましいが、多数回にわたる結晶成長が必要であり、作成が容易でない。また、半導体レーザでは、発光材料が限定され、種々の波長の光を発光することができないという難点を有する。

15 また、従来のEL発光素子は、発光波長のスペクトル幅が広く、表示体などの一部の用途では適用されているものの、光通信などのスペクトル幅が狭い光を要求される用途には不向きであった。

サマリー

20 本発明の目的は、発光波長のスペクトル幅が従来のEL発光素子に比べて格段に狭く、かつ指向性があり、表示体だけでなく光通信などにも適用できる、発光装置を提供することにある。

（第1の発光装置）

本発明の第1の発光装置は、
エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、
25 前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、
前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、を含み、

前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリックバンドを構成し、

前記発光層で発生した光は、２次元での自然放出が制約されて出射する。

ここで、「不完全フォトニックバンド」とは、完全なフォトニックバンドギャップが形成されない場合に形成されるバンドをいう。たとえば、光学部材が、第１の媒質層および第２の媒質層が交互に配列された回折格子状の場合に、第１の媒質層と第２の媒質層との間の屈折率差が小さい場合には、フォトニックバンドギャップが完全に形成されない場合が生じる。

この第１の発光装置によれば、一対の電極層、すなわち陰極と陽極とからそれぞれ電子とホールとが発光層内に注入され、この電子とホールとを発光層で再結合させて、分子が励起状態から基底状態に戻るときに光が発生する。そして、この光は、以下の理由で、２次元で自然放出が制約され、発光スペクトル幅が非常に狭く、かつ、高い効率を有する。

すなわち、第１の発光装置においては、前記光学部材によって、光に対してのバンドが形成される。このバンドは、あるバンドエッジのエネルギーにおいて、状態密度が高い状態が得られる。ここで、前記発光層において発光する光のスペクトルのエネルギー準位が、このバンドエッジのエネルギー準位を含むように前記光学部材が構成されることにより、発光層での発光がこのバンドエッジのエネルギー準位で起こりやすくなる。このため、第１の発光装置は、所定のバンドエッジのエネルギー準位に対応する波長を有し、かつスペクトル幅が狭い光を発光することができ、発光効率がよい。

（第２の発光装置）

本発明の第２の発光装置は、

基板と、発光素子部と、を含み、

前記発光素子部は、

エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、

前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、

前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、

前記一対の電極層の間に配置され、かつ、一部に開口部を有し、該開口部を介して前記発光層に供給される電流の流れる領域を規定する電流狭窄層として機能しうる絶縁層と、を含み、

前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリソニックバンドを構成し、

前記発光層で発生した光は、2次元での自然放出が制約されて出射する。

第2の発光装置によれば、第1の発光装置の作用に加えて、前記発光素子部において前記絶縁層が電流狭窄層として機能するため、前記発光層に供給される電流の領域を規定できる。したがって、発光させたい領域で電流強度や電流分布をコントロールでき、高い発光効率で光を発生できる。

そして、前記絶縁層がクラッドとして機能する場合には、コアとしての発光層とクラッドとしての絶縁層からなる導波路を想定すると、絶縁層の開口部を規定することで、光伝播部を介して導波路部側に伝播される光の導波モードをコントロールできる。すなわち、前記絶縁層（クラッド）により、光が閉じ込められる領域の幅（光の進行方向に対して垂直な面における幅）を規定することで、発光層（コア）内を伝播する光の導波モードを所定の値に設定できる。導波モードと導波路とは、一般に以下の式で示す関係を有する。

$$N_{\max} + 1 \geq K_0 \cdot a \cdot (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} / (\pi / 2)$$

ここで、

$K_0 : 2\pi / \lambda$ 、

a : 導波路のコアの幅の $1/2$ 、

n_1 : 導波路のコアの屈折率、

n_2 : 導波路のクラッドの屈折率、

N_{\max} : 取り得る導波モードの最大値である。

したがって、得たい導波モードによって、上記式のパラメータ、例えばコアおよびクラッドの屈折率が特定されている場合、電流狭窄層の開口部の幅で規定される発光層（コア）の幅を選択すればよい。すなわち、電流狭窄層の内部に設けられる発光層の屈折率および電流狭窄層となる絶縁層の屈折率を、それぞれ上記式の導波路のコアの屈折率およびクラッドの屈折率とし、得たい導波モードを定めて上記式によってコアに相当する発光層の幅（ $2a$ ）を求めることができる。そして、発光素子部からの

光が供給される導波路部側のコア層の幅についても、上述したように求めた発光層の幅、および得たい導波モードに基づいて上記式によって得られた計算値などを考慮して、好ましい値を求めることが好ましい。このように発光層の幅およびコア層の幅などを適正な値とすることにより、優れた結合効率で発光素子部から導波路部側に所望のモードでの光が伝播される。なお、発光素子部においては、絶縁層で形成された電流狭窄層内における発光層が必ずしも均一な発光状態とならないこともあるため、これを考慮して、上記式で求めたコア（発光層）の幅（2a）を基準として、各部材の結合効率が良好となるように、発光層、光伝播部および導波路部などの各部材の設計値が最適に調整されることが好ましい。

発光装置として、導波モードは好ましくは0～1000、特に通信用途では0～10程度であることが好ましい。このように発光層での光の導波モードを規定できれば、所定の導波モードの光を効率よく得ることができる。

（第3の発光装置）

本発明の第3の発光装置は、

基板上に、発光素子部と、該発光素子部からの光を伝達する導波路部とを一体的に含み、

前記発光素子部は、

エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、

前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、

前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、

前記一対の電極層の間に配置され、クラッド層として機能しうる絶縁層と、を含み、

前記導波路部は、

前記光学部材の少なくとも一部と一体的に連続するコア層と、

前記絶縁層と光学的に連続するクラッド層と、を含み、

前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリソニックバンドを構成し、

前記発光層で発生した光は、2次元での自然放出が制約されて出射する。

第3の発光装置によれば、第1の発光装置の作用に加えて、発光素子部の光学部材の少なくとも一部と、導波路部のコア層とが一体的に連続し、かつ、発光素子部の絶

縁層（クラッド層）と、導波路部のクラッド層とが一体的に連続していることにより、発光素子部と導波路部とが、高い結合効率で光学的に結合され、効率のよい光の伝播ができる。

この構成の場合、前記絶縁層は、前記光学部材に対してクラッド層として機能する材質が選択される。また、この構成の発光装置によれば、発光素子部の光学部材の少なくとも一部と、導波路部のコア層とは、同一の工程で成膜およびパターニングできるので、製造が簡易となる利点を有する。同様に、発光素子部の絶縁層（クラッド層）と、導波路部のクラッド層とは、同一の工程で成膜およびパターニングできるので、製造が簡易となる利点を有する。

本発明によれば、1次元または2次元の不完全フォトリックバンドを構成する光学部材を有し、発光波長のスペクトル幅が従来のEL発光素子に比べて格段に狭く、かつ指向性があり、表示体だけでなく光通信などにも適用できる、発光装置を提供することができる。

第2および第3の発光装置において、電流狭窄層およびクラッド層として機能する、前記絶縁層に形成された前記開口部は、前記光学部材の周期方向、つまり光の導波方向に延びるスリット形状を有することができる。また、前記発光層は、少なくとも一部が前記絶縁層に形成された開口部に存在することができる。この構成によれば、電流を供給したい発光層の領域と、電流狭窄層によって規定される領域とを自己整合的に位置決めできる。

第2および第3の発光装置において、前記光学部材は、1次元または2次元の周期的な屈折率分布を有し、1次元または2次元の不完全フォトリックバンドを構成するものであればよい。前記光学部材としては、たとえば回折格子状の構造、多層膜構造、円柱またはその他の柱状構造、あるいはこれらの構造の組合せから構成することができる。前記光学部材の好適な例として以下のものを挙げることができる。

(A) 前記光学部材は、X-Y面で、1つの方向に周期的な屈折率分布を有し、交互に配列される、第1の媒質層と第2の媒質層とを有することができる。このような光学部材を用いる場合は、本発明に係る発光装置は、この光学部材によって構成される1次元の不完全フォトリックバンドと組み合わせられて、2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリックバンドを構成する他の光学部材を有することができ

る。他の光学部材としては、少なくともZ方向での光の伝播を規制できるものであればよく、たとえば、完全フォトリックバンドギャップまたは不完全フォトリックバンドギャップを形成するフォトリックス結晶、あるいはクラッド層や誘電体多層ミラーなどの光学層を用いることができる。前記光学部材と前記他の光学部材とによって、
5 2次元での自然放出が制約された発光スペクトル幅の非常に狭い光を高効率で得ることができる。

(B) 前記光学部材は、X-Y面で、第1および第2の方向に周期的な屈折率分布を有し、正方格子状に配列された柱状の第1の媒質層と、該第1の媒質層の間に形成される第2の媒質層とを有することができる。この光学部材によって、2次元で2方向の自然放出が制約された不完全フォトリックバンドを構成でき、その結果、発光スペクトル幅の非常に狭い光を高効率で得ることができる。

(C) 前記光学部材は、X-Y面で、第1、第2および第3の方向に周期的な屈折率分布を有し、例えば三角格子状あるいは蜂の巣状に配列された柱状の第1の媒質層と、該第1の媒質層の間に形成される第2の媒質層とを有することができる。この光学部材によって、2次元で少なくとも3方向の自然放出が制約された不完全フォトリックバンドを構成でき、その結果、発光スペクトル幅の非常に狭い光を高効率で得ることができる。

前記発光層は、発光材料として有機発光材料を含むことが好ましい。有機発光材料を用いることにより、例えば半導体材料や無機材料を用いた場合に比べて材料の選択の幅が広がり、種々の波長の光を発光することが可能となる。

次に、本発明に係る発光装置の各部分に用いることができる材料の一部を例示する。これらの材料は、公知の材料の一部を示したにすぎず、例示したもの以外の材料を選択できることはもちろんである。

(発光層)

発光層の材料は、所定の波長の光を得るために公知の化合物から選択される。発光層の材料としては、有機化合物および無機化合物のいずれでもよいが、種類の豊富さや成膜性の点から有機化合物であることが望ましい。

このような有機化合物としては、例えば、特開平10-153967号公報に開示された、アロマトリックジアミン誘導体(TPD)、オキシジアゾール誘導体(PB

D)、オキシジアゾールダイマー(OXD-8)、ジスチルアリーレン誘導体(DSA)、ベリリウム-ベンゾキノリノール錯体(Be bq)、トリフェニルアミン誘導体(MTDATA)、ルブレン、キナクリドン、トリアゾール誘導体、ポリフェニレン、ポリアルキルフルオレン、ポリアルキルチオフェン、アゾメチン亜鉛錯体、ポリフィリン亜鉛錯体、ベンゾオキサゾール亜鉛錯体、フェナントロリンユウロピウム錯体などが使用できる。

また、有機発光層の材料としては、特開昭63-70257号公報、同63-175860号公報、特開平2-135361号公報、同2-135359号公報、同3-152184号公報、さらに、同8-248276号公報および同10-153967号公報に記載されているものなど、公知のものが使用できる。これらの化合物は単独で用いてもよく、2種類以上を混合して用いてもよい。

無機化合物としては、ZnS:Mn(赤色領域)、ZnS:TbOF(緑色領域)、SrS:Cu、SrS:Ag、SrS:Ce(青色領域)などが例示される。

(光導波路)

ここで光導波路とは、コアとして機能する層、および該コアより屈折率が小さくクラッドとして機能する層を含む。これらの層は、具体的には、発光素子部の光伝播部(コア)および絶縁層(クラッド)、導波路部のコア層およびクラッド層、さらに基板(クラッド)などを含む。光導波路を構成する層は、公知の無機材料および有機材料を用いることができる。

代表的な無機材料としては、例えば特開平5-273427号公報に開示されているような、TiO₂、TiO₂-SiO₂混合物、ZnO、Nb₂O₅、Si₃N₄、Ta₂O₅、HfO₂またはZrO₂などを例示することができる。

また、代表的な有機材料としては、各種の熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、および光硬化性樹脂など、公知の樹脂を用いることができる。これらの樹脂は、層の形成方法などを考慮して適宜選択される。例えば、熱および光の少なくとも一方のエネルギーによって硬化することができる樹脂を用いることで、汎用の露光装置やベイク炉、ホットプレートなどが利用できる。

このような物質としては、例えば、本願出願人による特開2000-35504に開示された紫外線硬化型樹脂がある。紫外線硬化型樹脂としては、アクリル系樹脂が

好適である。様々な市販の樹脂や感光剤を利用することで、透明性に優れ、また、短期間の処理で硬化可能な紫外線硬化型のアクリル系樹脂を得ることができる。

紫外線硬化型のアクリル系樹脂の基本構成の具体例としては、プレポリマー、オリゴマー、またはモノマーがあげられる。

- 5 プレポリマーまたはオリゴマーとしては、例えば、エポキシアクリレート類、ウレタンアクリレート類、ポリエステルアクリレート類、ポリエーテルアクリレート類、スピロアセタル系アクリレート類等のアクリレート類、エポキシメタクリレート類、ウレタンメタクリレート類、ポリエステルメタクリレート類、ポリエーテルメタクリレート類等のメタクリレート類等が利用できる。
- 10 モノマーとしては、例えば、2-エチルヘキシルアクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、N-ビニル-2-ピロリドン、カルビトールアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、イソボルニルアクリレート、ジシクロペンテニルアクリレート、1,3-ブタンジオールアクリレート等の単官能性モノマー、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、エチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ペンタエリスリトールジアクリレート等の二官能性モノマー、トリメチロールプロバントリアクリレート、トリメチロールプロバントリメタクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート等の多官能性モノマー
- 15 が利用できる。
- 20

以上、光の閉じ込めのみを考慮した無機材料あるいは有機材料を例示した。光導波路を構成する層としては、発光素子部の構造が、発光層、ホール輸送層、電子輸送層および電極層を備える場合に、これらの少なくとも一層がコアあるいはクラッドとして機能する場合には、これらの層を構成する材料も採用し得る。

25

(ホール輸送層)

発光素子部において有機発光層を用いる場合、必要に応じて電極層(陽極)と発光層との間にホール輸送層を設けることができる。ホール輸送層の材料としては、公知の光伝導材料のホール注入材料として用いられているもの、あるいは有機発光装置の

ホール注入層に使用されている公知のものの中から選択して用いることができる。ホール輸送層の材料は、ホールの注入あるいは電子の障壁性のいずれかの機能を有するものであり、有機物あるいは無機物のいずれでもよい。その具体例としては、例えば、特開平 8-248276 号公報に開示されているものを例示することができる。

5 (電子輸送層)

発光素子部において有機発光層を用いる場合、必要に応じて電極層(陰極)と発光層との間に電子輸送層を設けることができる。電子輸送層の材料としては、陰極より注入された電子を有機発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料は公知の物質から選択することができる。その具体例としては、例えば、特開平 8-248276 号公報に開示されたものを例示することができる。

(電極層)

陰極としては、仕事関数の小さい(例えば 4 eV 以下)電子注入性金属、合金電気伝導性化合物およびこれらの混合物を用いることができる。このような電極物質としては、例えば特開平 8-248276 号公報に開示されたものを用いることができる。

陽極としては、仕事関数の大きい(例えば 4 eV 以上)金属、合金、電気伝導性化合物またはこれらの混合物を用いることができる。陽極として光学的に透明な材料を用いる場合には、CuI, ITO, SnO₂, ZnO などの導電性透明材料を用いることができ、透明性を必要としない場合には金などの金属を用いることができる。

本発明において、光学部材の形成方法は特に限定されるものではなく、公知の方法を用いることができる。その代表例を以下に例示する。

(1) リソグラフィによる方法

ポジまたはネガレジストを紫外線や X 線などで露光および現像して、レジスト層をパターニングすることにより、光学部材を作成する。ポリメチルメタクリレートあるいはノボラック系樹脂などのレジストを用いたパターニングの技術としては、例えば特開平 6-224115 号公報、同 7-20637 号公報などがある。

また、ポリイミドをフォトリソグラフィによりパターニングする技術としては、例えば特開平 7-181689 号公報および同 1-221741 号公報などがある。さらに、レーザアブレーションを利用して、ガラス基板上にポリメチルメタクリレートあるいは酸化チタンの光学部材を形成する技術として、例えば特開平 10-597

4 3 号公報がある。

(2) 光照射による屈折率分布の形成による方法

光導波部に屈折率変化を生じさせる波長の光を照射して、光導波部に屈折率の異なる部分を周期的に形成することにより光学部材を形成する。このような方法としては、
5 特に、ポリマーあるいはポリマー前駆体の層を形成し、光照射などにより部分的に重合を行い、屈折率の異なる領域を周期的に形成させて光学部材とすることが好ましい。この種の技術として、例えば、特開平 9-311238 号公報、同 9-178901 号公報、同 8-15506 号公報、同 5-297202 号公報、同 5-39480 号公報、同 9-211728 号公報、同 10-26702 号公報、同 10-8300 号
10 公報、および同 2-51101 号公報などがある。

(3) スタンピングによる方法

熱可塑性樹脂を用いたホットスタンピング（特開平 6-201907 号公報）、紫外線硬化型樹脂を用いたスタンピング（特開 2000-35504 号）、電子線硬化型樹脂を用いたスタンピング（特開平 7-235075 号公報）などのスタンピング
15 によって光学部材を形成する。

(4) エッチングによる方法

リソグラフィおよびエッチング技術を用いて、薄膜を選択的に除去してパターンニングし、光学部材を形成する。

以上、光学部材の形成方法について述べたが、要するに、光学部材は互いに異なる
20 屈折率を有する少なくとも 2 領域から構成されていればよく、例えば、屈折率の異なる 2 種の材料により 2 領域を形成する方法、一種の材料を部分的に変性させるなどして、屈折率の異なる 2 領域を形成する方法、などにより形成することができる。

また、発光装置の各層は、公知の方法で形成することができる。たとえば、発光装置の各層は、その材質によって好適な成膜方法が選択され、具体的には、蒸着法、ス
25 ピンコート法、LB 法、インクジェット法などを例示できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 の実施の形態に係る発光装置を模式的に示す斜視図である。

図 2 は、第 2 の実施の形態に係る発光装置を模式的に示す斜視図である。

図 3 は、第 2 の実施の形態に係る発光装置を模式的に示す平面図である。

図 4 は、図 3 の X 1 - X 1 線に沿った断面図である。

図 5 は、図 4 に示す要部 A を拡大して示す断面図である。

図 6 は、図 3 の X 2 - X 2 線に沿った断面図である。

5 図 7 は、図 3 の Y - Y 線に沿った断面図である。

図 8 は、光学部材を示す平面図である。

図 9 は、光学部材の変形例を示す図である。

図 1 0 は、本発明の第 3 の実施の形態を模式的に示す断面図である。

図 1 1 は、発光素子部の第 1 の変形例を示す図である。

10 図 1 2 は、発光素子部の第 2 の変形例を示す図である。

図 1 3 は、発光素子部の第 3 の変形例を示す図である。

図 1 4 は、発光素子部の第 4 の変形例を示す図である。

図 1 5 は、発光素子部の第 5 の変形例を示す図である。

15 詳細な説明

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、本実施の形態に係る発光装置 1 0 0 0 を模式的に示す、断面を有する斜視図である。発光装置 1 0 0 0 は、基板 1 0、陽極 2 0、陰極 3 0、第 1 の光学部材 1 2 および第 2 の光学部材 1 8 を有する。

20 第 1 の光学部材 1 2 は、その形状（寸法）や媒質の組合せに基づいて、第 1 の方向（X 方向）に周期的な屈折率分布を有し、所定の波長帯域に対して不完全フォトリックバンドを構成する。第 2 の光学部材 1 8 は、その形状（寸法）や媒質の組合せに基づいて、X 方向と直交する Z 方向に周期的な屈折率分布を有し、所定の波長帯域に対して例えばフォトリックス結晶を構成する。そして、第 1 の光学部材 1 2 は、第 2 の光
25 学部材 1 8 の周期方向（異なる媒質層が周期的に繰り返される方向）の中間に形成され、第 1 の光学部材 1 2 の上側および下側にそれぞれ第 2 の光学部材が連続する状態で形成されている。

第 1 の光学部材 1 2 は、屈折率の異なる第 1 の媒質層 1 2 a と第 2 の媒質層 1 2 b

とが、交互に配列された回折格子構造を有する。第2の光学部材18は、屈折率の異なる第1の媒質層18aと第2の媒質層18bとが交互に配列されている。本実施の形態では、第1の光学部材12の第1の媒質層12aは有機発光層によって形成されている。

第1の光学部材12は、不完全フォトニックバンドを構成する。さらに、有機発光層12aの発光スペクトルのエネルギー準位が、第1の光学部材12によって形成されるバンドに含まれるバンドエッジのエネルギー準位を含むように、第1の光学部材12が構成される。すなわち、第1の光学部材12によって、光に対してのバンドが形成される。このバンドは、あるバンドエッジのエネルギーにおいて、状態密度が高い状態が得られる。また、有機発光層12aにおいて発光する光のスペクトルが、このバンドエッジのエネルギー準位を含むように第1の光学部材12が構成されている。したがって、有機発光層12aでの発光がこのバンドエッジのエネルギー準位で起こりやすくなる。これにより、第1の光学部材12のバンドエッジのエネルギー準位に対応する波長を有し、スペクトル幅が狭い光を発光し、かつ高収率の素子を得ることができる。

また、第1の光学部材12は、分布帰還型の回折格子を用いていることが望ましい。これにより、波長選択性および指向性に優れ、発光スペクトル幅の狭い光を得ることができる。そして、第1の光学部材12は、屈折率結合型構造または利得結合型構造を有することが望ましい。

第2の光学部材18は、その形状（寸法）や媒質の組合せに基づいて、Z方向に周期的な屈折率分布を有し、所定の波長帯域に対して1次元の光の伝播を規制する。第2の光学部材18は、少なくとも1次元の光の伝播を規制できるものであれば、不完全フォトニックバンドを構成するものであっても、あるいは完全なフォトニックバンドギャップを構成するものであってもよい。

すなわち、第1の光学部材12および第2の光学部材18がいずれも不完全フォトニックバンドを構成していてもよい。この場合、第2の光学部材18の不完全フォトニックバンドは、少なくとも有機発光層12aの電流励起による発光スペクトルの波長帯域を含み、有機発光層12aで発生した光が第2の光学部材18を伝搬しないように設定される。

第1の光学部材12が不完全フォトニックバンドを構成し、第2の光学部材18が完全なフォトニックバンドギャップを構成するものであってもよい。この場合、第2の光学部材18により構成されるバンド内の光は、第2の光学部材18で制御される方向へ伝播することができない。したがって、第2の光学部材18により構成されるバンド内に、第1の光学部材12のバンドエッジが含まれるように設計することにより、第1の光学部材12のバンドエッジのエネルギー準位に対応する波長を有する光が発光した後、この光を第1の光学部材12で制御される方向へと出射させることができる。

本実施の形態の発光装置1000は、X方向の不完全フォトニックバンドを有する第1の光学部材12、およびZ方向の不完全または完全フォトニックバンドを有する第2の光学部材18によって、光を閉じ込めるので、X方向およびZ方向の2次元での光の自然放出が制御される。そして、その他の方向には漏れモードの光の伝搬が許容される。これらの漏れモードの光の伝搬を抑制するために、必要に応じて、光の閉じ込めを目的として、図示しないクラッド層や誘電体多層ミラーを設けることもできる。このことは、他の実施の形態でも同様である。

第1の光学部材12を構成する第1の媒質層12aと第2の媒質層12b、および第2の光学部材18を構成する第1の媒質層18aと第2の媒質層18bは、それぞれ周期的な分布によって上述した条件を満たすフォトニクス結晶を形成しうる物質であればよく、その材質は特に限定されない。たとえば、第1の光学部材12においては、一方の媒質層として空気などの気体であってもよい。このように、気体の層でいわゆるエアギャップ構造の回折格子を形成する場合には、発光装置に用いる一般的な材料の選択範囲で、回折格子を構成する2媒質層の屈折率差を大きくすることができる。

第1の光学部材12の下面には陽極20が形成され、第1の光学部材12の上面には陰極30が形成されている。これらの陽極20および陰極30は、出射光に対して光学的に透明であることが望ましい。陰極20と陰極30の位置は逆でもよい。このことは、他の実施の形態でも同様である。

次に、この発光装置1000の動作および作用について説明する。

陽極20と陰極30とに所定の電圧が印加されることにより、陰極30から電子が、

陽極 20 からホールが、それぞれ有機発光層 12 a 内に注入される。有機発光層 12 a 内では、この電子とホールとが再結合されることにより励起子が生成される。そして、X-Y 面の第 1 の光学部材 12 では、バンドエッジのエネルギー準位の光が伝搬し、Z 方向の第 2 の光学部材 18 では光の伝搬がない。したがって、前記バンドエッジのエネルギー準位によって規定された波長の光は、X 方向で光の閉じ込めの弱い方向に優先的に出射される。この光は、発光スペクトル幅が非常に狭く高い効率を有する。

本実施の形態では、有機発光層 12 a を有しており、この発光装置 1000 は、半導体を用いた場合のように、発光層の界面が不規則な状態になったり、あるいは、不純物の影響を受けやすい難点を有さないため、優れたフォトリソグラフィ技術が得られる。このことは、以下に述べる他の実施の形態でも同様である。

発光装置 1000 の光学部材 12, 18 の製造方法および各層を構成する材料などについては、前述した方法あるいは材料などを適宜用いることができる。また、ホール輸送層および電子輸送層を必要に応じて、有機発光層と電極との間に設けることができる。これらの製造方法、材料および構成については、以下に述べる他の実施の形態でも同様である。

[第 2 の実施の形態]

(デバイス)

図 2 は、本実施の形態に係る発光装置 2000 を模式的に示す斜視図であり、図 3 は、発光装置 2000 を模式的に示す平面図であり、図 4 は、図 3 における X1-X1 線に沿った断面図であり、図 6 は、図 3 の X2-X2 に沿った断面図であり、図 7 は、図 3 の Y-Y 線に沿った断面図である。

発光装置 2000 は、基板 10 と、この基板 10 上に形成された、発光素子部 100 と、導波路部 200 とを有する。

発光素子部 100 は、基板 10 上に、陽極 20、ホール輸送層 22 および 2 次元の不完全フォトリソグラフィバンドを構成する光学部材 12、さらに発光層 50、陰極 30 が、この順序で配置されている。そして、ホール輸送層 22 および光学部材 12 の周囲には、クラッド層および電流狭窄層としても機能する絶縁層 40 が形成されている。

導波路部 200 は、基板 10 上に、コア層 70、このコア層 70 の露出部分を覆う

クラッド層 7 2 が配置されている。このクラッド層 7 2 に隣接して、第 1 の電極取出部 2 4 と、第 2 の電極取出部 2 6 とが配置されている。

さらに、本実施の形態では、発光素子部 1 0 0 を覆うように、保護層 6 0 が形成されている。保護層 6 0 によって発光素子部 1 0 0 を覆うことにより、陰極 3 0 および発光層 5 0 の劣化を防止することができる。本実施の形態では、電極取出部 2 4、2 6 を形成するために、保護層 6 0 を発光装置全体に形成せず、導波路部 2 0 0 の表面を露出させている。保護層 6 0 は、必要に応じ、発光装置の全体を覆うように形成してもよい。

次に、発光素子部 1 0 0 の各構成部分について詳細に説明する。

発光素子部 1 0 0 の陽極 2 0 は、光学的に透明な導電材料で構成されている。陽極 2 0 を構成する透明導電材料としては、ITO などの前述したものを用いることができる。そして、陽極 2 0、ホール輸送層 2 2 および光学部材 1 2 と、導波路部 2 0 0 のコア層 7 0 とは、一体的に連続して形成されている。また、発光素子部 1 0 0 の絶縁層（クラッド層）4 0 と、導波路部 2 0 0 のクラッド層 7 2 とは一体的に連続して形成されている。これらの絶縁層 4 0 およびクラッド層 7 2 を構成する材料としては、絶縁性であって、かつ陽極 2 0、ホール輸送層 2 2、光学部材 1 2 およびコア層 7 0 より屈折率が小さく、光の閉じ込めが可能な材料であれば特に限定されない。

発光素子部 1 0 0 において、絶縁層 4 0 は、図 4 および図 7 に示すように、少なくとも回折格子状の光学部材 1 2 の露出部分を覆うように形成されている。そして、絶縁層 4 0 は、光学部材 1 2 の周期方向、すなわち屈折率の異なる媒質層が周期的に配列される方向に伸びるスリット状の開口部 4 0 a を有する。この開口部 4 0 a において、光学部材 1 2 および発光層 5 0 を介在させた状態で、陽極 2 0 と陰極 3 0 とが配置されている。また、開口部 4 0 a 以外の領域においては、陽極 2 0 と陰極 3 0 との間に絶縁層 4 0 が介在する。そのため、絶縁層 4 0 は、電流狭窄層として機能する。

したがって、陽極 2 0 および陰極 3 0 に所定の電圧が印加されると、図 5 に示すように、開口部 4 0 a に対応する領域 C A において主として電流が流れる。このように絶縁層（電流狭窄層）4 0 を設けることにより、光の導波方向に沿って電流を集中させることができ、発光効率をあげることができる。

光学部材 1 2 は、ホール輸送層 2 2 上に形成され、かつ、異なる屈折率を有する 2

つの媒質層が周期的に配列して構成されている。光学部材 1 2 は、その形状（寸法）や媒体の組合せに基づいて、周期的な屈折率分布を有し、所定の波長帯域に対して 2 次元の不完全フォトニックバンドを構成する。

本実施の形態では、光学部材 1 2 は、三角格子状に形成されている。この光学部材 1 2 は、図 8 に示すように、屈折率の異なる、第 1 の媒質層 1 2 a と第 2 の媒質層 1 2 b とが、所定のパターン、すなわち、第 1 の媒質層 1 2 a が三角格子状に配列されている。具体的には、図 8 で符号（1），（2）に示すように、少なくとも 2 次元（X-Y 面）の 3 方向（a，b，c 方向、あるいは a'，b'，c' 方向）において、光の伝播を規制できる。図 8 の（2）の場合には、光学部材 1 2 は、図 8 の（1）と比較してピッチが 2 倍の周期を有する。

光学部材 1 2 は、第 1 の媒質層 1 2 a と第 2 の媒質層 1 2 b とが、それぞれ周期的な分布によってフォトニクス結晶を形成しうる物質であればよく、その材質は特に限定されない。本実施の形態では、第 2 の媒質層 1 2 b は絶縁性物質からなり、および第 1 の媒質層 1 2 a はホール輸送層 2 2 を構成する物質からなる。第 2 の媒質層 1 2 の絶縁性物質は、微細パターニングが可能で、回折格子として利用し得るほど吸収が少ない材料で、さらに、導波路として使用するので高屈折率材料が望ましく、たとえば、レジスト材料、 TiO_2 などを用いることができる。

出射光の方向は、たとえば、図 2 に示すように、導波露部 2 0 0 を介して光を出射させたい場合には、導波路部 2 0 0 側の光学部材の光の閉じ込め状態を他方の光学部材の光の閉じ込め状態より弱くすればよい。光学部材の光の閉じ込めの強弱は、光学部材の媒質層のペア数、光学部材の媒質層の屈折率差等を考慮することによって、好ましくは光学部材のペア数によってコントロールできる。

本実施の形態の発光装置 2 0 0 0 は、X-Y 面の 3 方向（a，b および c 方向）の不完全フォトニックバンドを有する光学部材 1 2 によって、光を閉じ込めるので、X-Y 面の 2 次元での光伝搬が制御される。

その他の方向には漏れモードの光の伝搬が許容される。これらの漏れモードの光の伝搬を制御するために、必要に応じて、光の閉じ込めを目的として、クラッド層あるいは誘電体多層ミラーを設けることもできる。

導波路部 2 0 0 において、第 1 の電極取出部 2 4 と第 2 の電極取出部 2 6 とは、図

6に示すように、絶縁層40と連続する絶縁性のクラッド層72によって電氣的に分離されている。第1の電極取出部24は、発光素子部100の陽極20と一体的に連続し、陽極20の取出電極として機能する。また、第2の電極取出部26は、発光素子部100側に伸びるように形成され、その一部は陰極30と電氣的に接続されている。したがって、第2の電極取出部26は陰極30の取出電極として機能する。本実施の形態では、第1および第2の電極取出部24および26は、陽極20と同一の成膜工程で形成される。

発光装置1000の光学部材12の製造方法および各層を構成する材料などについては、前述した方法あるいは材料などを適宜用いることができる。これらの製造方法、材料および構成については、以下に述べる他の実施の形態でも同様である。

また、発光素子部100において、必要に応じて、ホール輸送層22のみならず電子輸送層を設けることもできる。

(デバイスの動作)

次に、この発光装置2000の動作および作用について説明する。

陽極20と陰極30とに所定の電圧が印加されることにより、陰極30から電子が、陽極20からホールが、それぞれ発光層50内に注入される。発光層50内では、この電子とホールとが再結合されることにより励起子が生成される。そして、光学部材12では、バンドエッジのエネルギー順位の光が伝搬し、したがって、前記バンドエッジのエネルギー準位によって規定された波長の光は、X-Y面で光の閉じ込めの弱い方向に優先的に出射される。この光は、発光スペクトル幅が非常に狭く高い効率を有する。そして、前述したように、陽極20と陰極30との間に介在する絶縁層40によって電流の流れる領域CA(図5参照)が規定されているので、発光させたい領域に効率よく電流を供給することができる。

発光層50において発生した光は、ホール輸送層22および光学部材12を含む光伝播部内に導入される。光伝播部内に導入された光は、光伝播部をその端面(導波路部200側)に向けて伝播し、さらに、光伝播部の一部に連続して一体的に形成された導波路部200のコア層70内を伝播し、その端面より出射する。この出射光は、光学部材12より構成される2次元の不完全フォトリックバンドによって特定波長帯域の光のみが出射されるため、波長選択性があり、発光スペクトル幅が狭く、かつ

優れた指向性を有する。

(作用効果)

本実施の形態の主要な作用効果を、以下にあげる。

(a) 本実施の形態の発光装置 2000 によれば、絶縁層 40 の開口部 40 a に充填された発光部 14 a を介して陽極 20 と陰極 30 とが電氣的に接続され、この開口部 40 a によって電流の流れる領域が規定される。したがって、絶縁層 40 は、電流狭窄層として機能し、発光領域に効率よく電流を供給し、発光効率を高めることができる。そして、電流を供給する領域を電流狭窄層 (絶縁層 40) で規定することにより、発光領域をコア層 70 と位置合わせした状態で設定でき、この点からも導波路部 200 に対する光の結合効率を高めることができる。

(b) 発光装置 2000 によれば、陰極 30 と陽極 20 とからそれぞれ電子とホールとが発光層 50 内に注入され、この電子とホールとを発光層で再結合させて、分子が励起状態から基底状態に戻るときに光が発生する。このとき、光学部材 12 によって構成される不完全フォトリックバンドに相当する波長帯域の光は、光学部材内を伝搬できず、バンドエッジのエネルギー準位に相当する波長帯域の光のみが光学部材内を伝搬できる。したがって、バンドエッジのエネルギー準位を規定することにより、2 次元 (X-Y 面) で自然放出が制約された発光スペクトル幅の非常に狭い光を高効率で得ることができる。

(c) 発光素子部 100 の光伝播部の少なくとも一部 (光学部材 12) と、導波路部 200 のコア層 70 とが一体的に連続している。このことにより、発光素子部 100 と導波路部 200 とが、高い結合効率で光学的に結合され、効率のよい光の伝播ができる。また、陽極 20, ホール輸送層 22, 光学部材 12 を含む光伝播部とコア層 70 とは、同一の工程で成膜およびパターニングできるので、製造が簡易となる利点を有する。

また、発光素子部 100 の絶縁層 (クラッド層) 40 と、導波路部 200 のクラッド層 72 とが一体的に連続している。このことにより、発光素子部 100 (特に光伝播部) と導波路部 200 とが、高い結合効率で光学的に結合され、効率のよい光の伝播ができる。また、絶縁層 40 とクラッド層 72 とは、同一の工程で成膜およびパターニングできるので、製造が簡易となる利点を有する。

このように、本実施の形態に係る発光装置 1000 によれば、発光素子部 100 と導波路部 200 とが、高い結合効率で接続されることにより、高効率な出射光を得ることができる。

(d) 本実施の形態では、光学部材 12 は有機材料または無機材料から構成でき、光学部材の材料として半導体を用いた場合のように、光学部材の媒質層の界面が不規則な状態になったり、あるいは、不純物の影響を受けやすい難点を有さないため、優れた不完全フォトリソグラフィによる特性が得られる。

[第 3 の実施の形態]

図 10 は、本実施の形態に係る発光装置 3000 を模式的に示す断面図であり、第 2 の実施の形態を説明するために用いた図 7 に対応する。第 2 の実施の形態の発光装置 2000 の構成部分と実質的に同じ部分には同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

本実施の形態の発光装置 3000 は、導波路部 200 に光ファイバ 300 が装着されている点で、発光装置 2000 と異なる。すなわち、導波路部 200 の所定位置に光ファイバ 300 を装着するための凹部が形成され、この凹部に光ファイバ 300 が配置されている。そして、光ファイバ 300 は、そのコア 310 が導波路部 200 のコア層 70 と、クラッド 320 が導波路部 200 のクラッド層 72 と位置合わせされた状態で設置される。

この発光装置 3000 によれば、導波路部 200 に光ファイバ 300 が設けられることで、発光素子部 100 からの光を効率よく送ることができる。

(発光素子部の変形例)

第 1 ～第 3 の実施の形態に示す発光装置 1000, 2000, 3000 において、光学部材 12 や発光層 50 の形成位置を変えたり、あるいはさらに他の層を設けることにより、図 11 ～図 15 に例示する構造を含む発光装置を採用することもできる。

これらの図において、発光装置 1000 の構成要素と同様な部材には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。なお、これらの変形例は、他の実施の形態についても同様に適用できる。ただし、第 2 および第 3 の実施の形態の絶縁層 40 に相当する部分は図示されていない。

図 11 ～図 15 はそれぞれ、本実施の形態にかかる発光装置の変形例（発光装置 1

001～1005)を模式的に示す断面図である。

(a)図11に示す発光装置1001は、発光素子部101にホール輸送層22を含む点で、そのようなホール輸送層が設けられていない発光装置1000と異なる。

発光装置1001は、基板10と、基板10上に形成された発光素子部101とを含む。発光素子部101は、陽極20、ホール輸送層22、光学部材12、発光層50、および陰極30がこの順序で基板10上に積層されることにより形成される。また、光学部材12はホール輸送層22上に形成され、第2の媒質層12bは発光層からなる。

次に、この発光装置1001の動作について説明する。

陽極20と陰極30とに所定の電圧が印加されることにより、陰極30から発光層50内に電子が注入され、さらに、陽極20からホール輸送層22を介して発光層50内にホールが注入される。発光層50内では、この電子とホールとが再結合されることにより励起子が生成され、この励起子が失活する際に蛍光や燐光などの光が発生する。これ以降の動作は、第1の実施の形態にかかる発光装置1000とほぼ同様であるため、説明は省略する。

発光装置1001は、図1に示す発光装置1000と同様の作用および効果を有するのに加え、ホール輸送層22が設けられているため、ホールの輸送能の向上を図ることができる。

(b)図12に示す発光装置1002は、発光素子部102にホール輸送層22を含む点、および光学部材12を構成する第2の媒質層12bがホール輸送層22によって形成されている点で、図1に示す発光装置1000と異なる。

発光装置1002は、基板10と、基板10上に形成された発光素子部102とを含む。発光素子部102は、陽極20、光学部材12、ホール輸送層22、発光層50、および陰極30がこの順序で基板10上に積層されることにより形成される。

また、光学部材12は陽極20上に形成されている。光学部材12を構成する第2の媒質層12bはホール輸送層22に連続して形成されている。すなわち、ホール輸送層22が、光学部材12の一部(第2の媒質層12b)として機能する。

次に、この発光装置1002の動作について説明する。

陽極20と陰極30とに所定の電圧が印加されることにより、陰極30から発光層

5 50内に電子が注入され、さらに、陽極20からホール輸送層22を介して発光層50内にホールが注入される。発光層50内では、この電子とホールとが再結合されることにより励起子が生成され、この励起子が失活する際に蛍光や燐光などの光が発生する。これ以降の動作は、第1の実施の形態にかかる発光装置1000とほぼ同様である。

なお、図12においては、ホール輸送層22内に光学部材12を設けた例を示したが、陽極20が金属以外の材料で形成される場合、たとえばITOで形成する場合には、ホール輸送層22および陽極20から光学部材を形成してもよい。

10 (c) 図13に示す発光装置1003は、ホール輸送層22および電子輸送層28を発光素子部103に含む点、および光学部材12を構成する第2の媒質層12bが電子輸送層28に連続している点で、図1に示す発光装置1000と異なる。

15 発光装置1003は、基板10と、基板10上に形成された発光素子部103とを含む。発光素子部103は、陽極20、ホール輸送層22、発光層50、光学部材、電子輸送層28、および陰極30がこの順序で積層されることにより形成される。また、光学部材12は発光層50上に形成され、かつ光学部材12を構成する第2の媒質層12bは電子輸送層28に連続して形成されている。すなわち、電子輸送層28が、光学部材12の一部（第2の媒質層12b）として機能する。

次に、この発光装置1003の動作について説明する。

20 陽極20と陰極30とに所定の電圧が印加されることにより、陰極30から電子輸送層28を介して発光層50内に電子が注入され、さらに、陽極20からホール輸送層22を介して発光層50内にホールが注入される。発光層50内では、この電子とホールとが再結合されることにより励起子が生成され、この励起子が失活する際に蛍光や燐光などの光が発生する。これ以降の動作は、第1の実施の形態にかかる発光装置1000とほぼ同様である。

25 発光装置1003は、図1に示す発光装置1000と同様の作用および効果を有するうえに、ホール輸送層22および電子輸送層28が設けられているため、ホールおよび電子の輸送能の向上を図ることができる。

なお、図5においては、電子輸送層28内に光学部材12を設けた例を示したが、陰極30を金属以外の材料、たとえばダイヤモンド等で形成する場合には、電子輸送

層 28 および陰極 30 により光学部材を形成することができる。また、電子輸送層 28 を形成しない場合には、陰極 30 と発光層 50 とによって光学部材を形成することもできる。

(d) 図 14 に示す発光装置 1004 は、発光素子部 104 にホール輸送層 22 を含む点で、図 1 に示す発光装置 1000 と異なる。また、ホール輸送層 22 を発光素子部 104 に含む点、および光学部材 12 を構成する第 2 の媒質層 12b が発光層 50 に連続している点で、図 11 に示す発光装置 1001 と同様の構成を有する。一方、光学部材 12 を構成する第 1 の媒質層 12a がホール輸送層 22 に連続している点で、図 11 に示す発光装置 1001 と異なる。

発光装置 1004 は、基板 10 と、基板 10 上に形成された発光素子部 104 とを含む。発光素子部 104 は、陽極 20、ホール輸送層 22、光学部材 12、発光層 50、および陰極 30 がこの順序で積層されることにより形成される。また、光学部材 12 は、発光層 50 とホール輸送層 22 との境界領域に形成されている。すなわち、光学部材 12 は、ホール輸送層 22 の上面に設けられた溝 13 に発光層 50 を形成するための材料を埋め込むことによって形成される。したがって、光学部材 12 を構成する第 1 の媒質層 12a はホール輸送層 22 に連続する。したがって、ホール輸送層 22 が、光学部材 12 の一部（第 1 の媒質層 312a）として機能する。また、光学部材 12 を構成する第 2 の媒質層 12b は発光層 50 に連続する。したがって、発光層 50 が光学部材 12 の一部（第 2 の媒質層 12b）として機能する。

この発光装置 1004 の動作、作用、および効果は、図 11 に示す発光装置 1001 とほぼ同様であるので、説明は省略する。

上記 (a) ~ (d) で述べた半導体装置 1000 ~ 1004 は、いずれも利得結合構造を有する。

(e) 図 15 に示す発光装置 1005 は、光学部材 12 が利得結合構造でない点で、前述した発光装置 1000 ~ 1004 とは異なる。また、発光装置 1005 は、発光素子部 105 にホール輸送層 22 を含む点で、図 11 に示す発光装置 1001 と同様の構成を有する。一方、光学部材 12 が基板 10 上に形成されている点で、図 11 に示す発光装置 1001 と異なる。

発光装置 1005 は、基板 10 と、基板 10 上に形成された発光素子部 105 とを

含む。発光素子部 105 は、光学部材 12、絶縁層 80、陽極 20、ホール輸送層 22、発光層 50、および陰極 30 がこの順序で積層されることにより形成される。

また、光学部材 12 は、第 1 の媒質層 12 a および第 2 の媒質層 12 b から構成され、かつ屈折率結合型構造を有する。第 1 の媒質層 12 a は、絶縁性材料にて形成される。第 2 の媒質層 12 b は絶縁層 80 に連続する。すなわち、絶縁層 80 が、光学部材 12 の一部（第 2 の媒質層 12 b）として機能する。

この発光装置 1005 の動作、作用、および効果は、図 11 に示す発光装置 1001 とほぼ同様である。

以上、本発明の好適な実施の形態について述べたが、本発明はこれに限定されず、
10 本発明の要旨の範囲内で各種の態様を取りうる。

202005202660

請求の範囲

1. エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、

前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、

5 前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、を含み、

前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリックバンドを構成し、

前記発光層で発生した光は、2次元での自然放出が制約されて出射する、発光装置。

10 2. 基板と、発光素子部と、を含み、

前記発光素子部は、

エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、

前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、

前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、

15 前記一対の電極層の間に配置され、かつ、一部に開口部を有し、該開口部を介して前記発光層に供給される電流の流れる領域を規定する電流狭窄層として機能しうる絶縁層と、を含み、

前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトリックバンドを構成し、

20 前記発光層で発生した光は、2次元での自然放出が制約されて出射する、発光装置。

3. 請求項2において、

前記発光素子部と一体的に形成された導波路部を有し、

前記導波路部は、

前記光学部材の少なくとも一部と一体的に連続するコア層と、

25 前記絶縁層と光学的に連続するクラッド層と、を含む、発光装置。

4. 基板上に、発光素子部と、該発光素子部からの光を伝達する導波路部とを一体的に含み、

前記発光素子部は、

エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、

前記発光層に電界を印加するための一対の電極層と、
前記発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、
前記一対の電極層の間に配置され、クラッド層として機能しうる絶縁層と、を含み、
前記導波路部は、

- 5 前記光学部材の少なくとも一部と一体的に連続するコア層と、
前記絶縁層と光学的に連続するクラッド層と、を含み、
前記光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォト
ニックバンドを構成し、
前記発光層で発生した光は、2次元での自然放出が制約されて出射する、発光装置。

- 10 5. 請求項1において、
前記発光層の発光スペクトルのエネルギー準位が、前記光学部材によって形成され
るバンドに含まれるバンドエッジのエネルギー準位を含むように、前記光学部材が構
成される、発光装置。

- 15 6. 請求項1において、
前記光学部材は、X-Y面で、1つの方向に周期的な屈折率分布を有する1次元の
不完全フォトニックバンドを構成し、さらに、該光学部材の不完全フォトニックバン
ドとの組合せによって2次元での光の自然放出を制約することができる他の光学部
材を有する、発光装置。

- 20 7. 請求項1において、
前記光学部材は、X-Y面で、X方向およびY方向に周期的な屈折率分布を有する
不完全フォトニックバンドを構成し、該不完全フォトニックバンドを構成する構造は、
正方格子状に配列された柱状の第1の媒質層と、該第1の媒質層の間に形成される第
2の媒質層とを有する、発光装置。

- 25 8. 請求項1において、
前記光学部材は、X-Y面で、第1、第2および第3の方向に周期的な屈折率分布
を有する不完全フォトニックバンドを構成し、該不完全フォトニックバンドを構成す
る構造は、柱状の第1の媒質層と、該第1の媒質層の間に形成される第2の媒質層と
を有する、発光装置。

9. 請求項8において、

前記光学部材の前記第 1 の媒質層は、三角格子状に配列された、発光装置。

10. 請求項 8 において、

前記光学部材の前記第 1 の媒質層は、蜂の巣状に配列された、発光装置。

11. 請求項 2 において、

5 前記発光層は、少なくとも一部が前記絶縁層に形成された前記開口部に存在する、
発光装置。

12. 請求項 2 において、

前記絶縁層は、前記光学部材に面して前記開口部を有し、かつ、該開口部は、前記
光学部材の周期方向に延びるスリット形状を有する、発光装置。

10 13. 請求項 2 において、

前記光学部材は、ひとつの媒質層が前記発光層の一部を構成する、発光装置。

14. 請求項 2 において、

少なくとも前記発光素子部は、保護層によって覆われた、発光装置。

15. 請求項 1 において、

15 前記発光層は、発光材料として有機発光材料を含む、発光装置。

16. 請求項 1 において、

さらに、ホール輸送層および電子輸送層の少なくとも一方を有する、発光装置。

17. 請求項 16 において、

15 前記光学部材は、ホール輸送層または電子輸送層がひとつの媒質層を構成する、
20 発光装置。

18. 請求項 3 において、

前記導波路部には、光ファイバが装着され、該光ファイバのコアは前記コア層と位
置決めされた状態で配置される、発光装置。

開示の要約

- 5 発光装置は、エレクトロルミネッセンスによって発光可能な発光層と、発光層に電界を印加するための一対の陽極、陰極と、発光層において発生した光を所定の方向へ伝播させるための光学部材と、を有する。光学部材は、1次元または2次元での光の自然放出を制約できる不完全フォトニックバンドを構成し、第1の媒質層と第2の媒質層とを有する。発光層で発生した光は、第1の光学部材と第2の光学部材とによって、2次元での自然放出が制約されて出射する。